

論 文

糞分析を用いて明らかにされた大峯山系弥山におけるニホンジカの食性

深川 幹^{1*}, 辻野 亮¹

¹ 奈良教育大学自然環境教育センター

Food habits of sika deer as assessed by faecal analysis in Mt. Misen, Ohmine Mountains, Central Japan

Motoki Fukagawa^{1*}, Riyou Tsujino¹

¹ Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

要旨：奈良県大峯山系弥山において、ニホンジカの食性の季節変化を定量的に評価するために、2015年9月から11月と2016年5月から11月に約1ヶ月間隔で計9回糞を採取し分析を行った。調査期間全体を通して単子葉植物が最も高い割合で含まれ(87.5~97.3%)、双子葉植物、シダ植物、樹皮・樹枝、その他の項目はすべて10%未満だった。弥山では森林に対してニホンジカの剥皮が大きな影響を与えることが知られているが、樹皮・樹枝の含まれる割合は単子葉植物と比べると低く、また夏に高く秋に低くなる季節性がみられた。このことから、弥山のニホンジカにとっての主要な餌資源は単子葉植物であり、樹皮は副次的な餌資源ではあるが、高い生息密度下にあることから森林に対しての大きな影響を与える要因となったと考えられる。また、餌資源の少ない秋~冬ではなく夏期に多くの樹皮・樹枝が含まれたことから、弥山のニホンジカは餌資源の不足以外の理由から剥皮を行っている可能性が考えられる。

深川 幹, 辻野 亮 (2017) 糞分析を用いて明らかにされた大峯山系弥山におけるニホンジカの食性. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (18): 37-43.

キーワード：亜高山帯針葉樹林、冷温帯林、シラビソ林、ポイントフレーム、剥皮

Abstract: We investigate food habits of sika deer (*Cervus nippon*) in Mt. Misen, Nara prefecture central Japan by the faecal analysis from September to November 2015 and from May to November 2016. Monocotyledons were most abundantly found in the faecal pellets in all seasons (87.5~97.3%). All other items, such as graminoids, ferns, bark/twigs, and others, were less than 10%. Bark/twigs were the second most in all season, and there was a seasonality of increasing in summer and decreasing in autumn. From these results, the bark is not supposed to be the main feeding item of sika deer. However, owing to the high density of sika deer, the debarking had been affected greatly in the forest in Mt. Misen. Since sika deer fed a lot of bark/twigs in summer when food resources should be relatively abundant, the reason of sika deer debarking was suggested something but the lack of food resources.

* 〒630-8528 奈良市高畑町

Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, Takabatake-cho, Nara 630-8528, Japan.

Email: a153412@student.nara-edu.ac.jp 2017年2月20日受付、2017年3月7日受理

Fukagawa M, Tsujino R (2017) Food habits of sika deer as assessed by faecal analysis in Mt. Misen, Ohmine Mountains, Nara prefecture, Central Japan. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, (18): 37-43.

Keywords: Sub-alpine conifer forest; Cool-temperate forest; *Abies veitchii*; point quadrat method; bark stripping

はじめに

近年、増加したシカ類による採食圧、踏みつけ圧力、排泄物による栄養塩類の供給などが森林更新に大きな影響を与えることが世界的に知られている (Gill 1992; Côté et al. 2004)。日本国内でも、ニホンジカ (*Cervus nippon*) の増加と共に森林環境へ大きな影響を与えられている (Takatsuki 2009)。

奈良県天川村の吉野熊野国立公園内にある大峯山系弥山 (標高 1,895 m) も、近年ニホンジカが増加しており、ニホンジカが樹幹剥皮や下層植生の採食を行うことによって植生が著しく改変されていることが知られている地域の一つである (柴田 1998; 岩本 2006; 菅沼ほか 2009; 辻野ほか 2013)。大峯山系はユネスコ世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」や (日本ユネスコ協会連盟 2015)、大台ヶ原・大峯山・大杉谷ユネスコエコパークに含まれる (UNESCO ウェブサイト: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/asia-and-the-pacific/japan/mount-odaigahara-mount-omine-and-osugidani/> 2017年2月18日確認)。「大峯奥駈道」として、遅くとも15世紀から尾根道とその周辺で樹木の伐採が禁じられてきたため、現在でも稜線部やその周辺に長らく人の手が入っていない自然林が残っている (奈良県教育委員会 2005)。

大峯山系では、近畿最高峰である八経ヶ岳 (標高 1,915 m) とその周辺の明星ヶ岳 (標高 1,894 m)、弥山および大黒岩 (標高 1,819 m) 周辺の尾根一帯にシラビソ林が分布している (麻生・瀧華 2010)。シラビソ (*Abies veitchii*) は亜高山帯に分布する針葉樹であり、奈良県版レッドデータブック (奈良県 2008) では種としては「絶滅寸前種」に、植物群落としては「八経ヶ岳 (八剣山) 周辺のシラビソ群集」として「消滅寸前」に指定されている。八経ヶ岳・弥山周辺のシラビソ林は本州南限のシラビソ群落であり、縞枯れと呼ばれる特徴的な景観を有することなどから貴重な存在であるとされてきた (菅沼ほか 2009; Tsujino et al. 2013)。弥山を特徴づけるのはシラビソだけでなく、「オオヤマレンゲ自生地」は国の天然記念物に指定されているなど、弥山は信仰の場として地域固有の文化と密接に関係しながら原始的な森林景観が保存されてきた場所であり、学術的にも文化的にも貴重な場所である (小林 2009; 菅沼ほか 2009; Tsujino et al. 2013)。

弥山のシラビソ林では枯死稚樹の大部分にニホンジカによる食痕がみられたこと、弥山西尾根南斜面に位置する大黒岩周辺に設置された1 ha調査区内にある胸高直径 (以下ではDBHと呼ぶ) 5 cm以上のシラビソ生木のうち46.9%が剥皮を受けていたことなどから、ニホンジカの剥皮は成木の枯死をもたらす大きな要因であると考えられている (小林 2009; 辻野ほか 2013; Tsujino et al. 2013)。現在のように成木の剥皮による枯損が嵩じれば、いずれは種子供給を行う成木がなくなり、林床に実生や稚樹がみられない状態が続いて森林の消失へとつながると予想される。また、ニホンジカの剥皮量には季節性があることが知られており (Ando et al. 2004)、地域によってその傾向は異なる (安藤・柴田 2006)。一般に、シカによる剥皮は冬期の餌不足により増加するとされる報告が多いが (Kaji 1984; Welch et al. 1987; Ueda et al. 2002)、大台ヶ原など一部の地域では夏期 (7~9月) に剥皮の割合が高くなることが知られており (たとえば、Faber 1996; Yokoyama et al. 1996; Ando et al. 2004)、大台ヶ原と地理的にも近く気候もよく似た弥山でも同様の傾向がみられることが予想される。しかし、弥山のシラビソ林に生息するニホンジカの食性

やその中での樹皮の位置づけ、季節的な変化などは明らかにされていない。本研究では、糞分析によりニホンジカの食性を定量的に評価し、特にシラビソ林への影響が大きいと予想される樹皮・樹枝の含まれる割合とその季節変化を明らかにすることを目的とした。

方法

調査地

弥山 (1,895 m) は奈良県吉野郡天川村に位置する山である (図1)。調査地から南東に約10 km 離れた上北山観測所 (標高334 m) の年平均気温と平均年間降水量は、それぞれ13.2℃と2,713.5 mm であった (1981~2010 年の平均値。気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 2016年10月17日確認)。気温の遞減率を0.6℃/100 m として計算すると、弥山山頂付近の年平均気温は約3.8℃で、温量指数WI = 33.4℃の亜高山帯針葉樹林に属する。植生はシラビソ、トウヒ (*Picea jezoensis* var. *hondoensis*)、コメツガ (*Tsuga diversifolia*) などの亜高山性針葉樹と、ナンゴクミネカエデ (*Acer australe*)、オオイタヤメイゲツ (*Acer shirasawanum*)、ナナカマド (*Sorbus commixta*) などの落葉広葉樹が優占する針広混交林で、下層植生は、シラビソが優占する場所ではイトスゲ (*Carex fernaldiana*) などのグラミノイド類やトウゲシバ (*Huperzia serrata*)、ミヤマワラビ (*Thelypteris phegopteris*) やシラネウラボ (*Dryopteris expansa*) などのシダ植物が優占しており、草本群落ではニホンジカが採食しないか採食しても再生力の強いイトスゲ、ミヤマヌカボ (*Agrostis flaccida*)、ヤマカモジグサ (*Brachypodium sylvaticum*)、イグサ (*Juncus effuses*)、コバノイシカグマ (*Dennstaedtia scabra*)。ヒカゲノカズラ (*Lycopodium clavatum*) やコヌカグサ (*Agrostis gigantean*) などがそれぞれ単独で優占していることが確認されている (麻生・瀧華 2010)。

本研究では、弥山西尾根南斜面を中心に糞の採取を行った。弥山西尾根南斜面はシラビソの縞枯れがみられるが、一部枯死帯が広がり、現在では草地化している地域である。

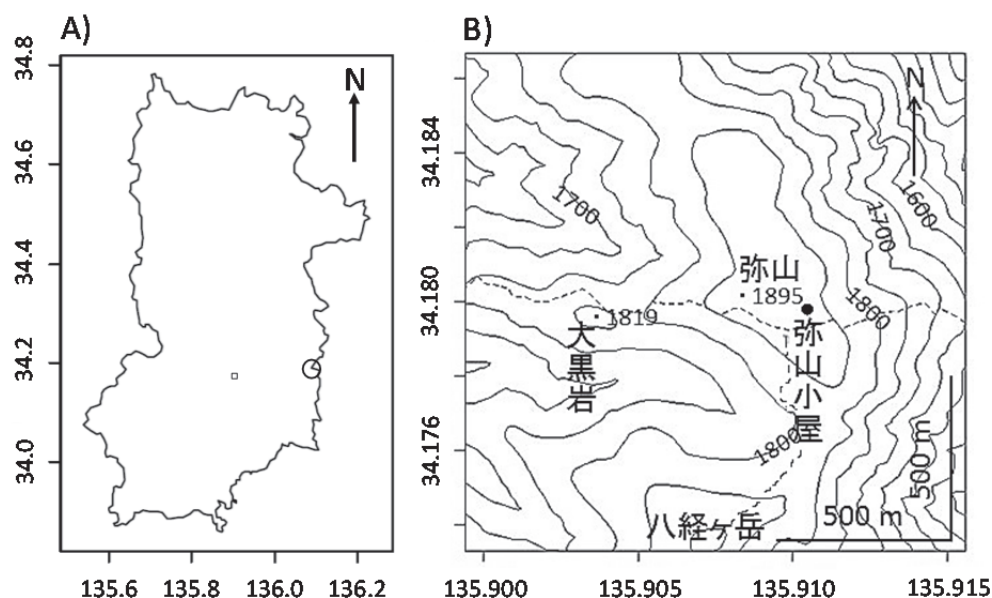


図1. 弥山の糞採取地を示した地図。A) 奈良県における大峯山系弥山周辺 (四角囲い) と大台ヶ原 (丸囲い) の位置。B) 糞採取地周辺

野外調査

糞の採取は2015年9月から2016年11月の間、計9回行った (表1)。採取する糞はなるべく新鮮で、

糞粒の形状が崩れていないものを選び、各季節5から10糞塊からそれぞれ10糞粒以上を糞塊ごとに小袋に入れ、計50糞粒以上をシール容器に入れ実験室へ持ち帰り、冷凍保存した。ニホンジカは1回で複数の糞粒を排糞するため、10糞粒以上が1ヶ所に排糞されているものを1糞塊として採取した。ニホンジカは止まって糞をするだけでなく、歩きながら糞をすることもあり、複数の糞塊が重なってしまうこともある。そのため糞粒の形状、新鮮度、糞粒数に注意しながら観察して同一糞塊かどうかを判断した。また、調査地周辺で植物を採取し、押し葉標本を作製して糞内容物と比較同定するためのリファレンスとした。

実験室作業

検鏡時には、一度の検鏡で異なる糞塊から各1糞粒ずつ、計5~6糞粒を解凍して水中で静かにほぐし、0.5 mmメッシュのふるいで濾して残ったものをピーカーへ移し、よくかき混ぜてから残った植物片を取り出して1 mm格子のついたシャーレに少量ずつ乗せて検鏡した。

糞分析の量的評価はポイントフレーム法 (Stewart 1967) により行った。各月、シャーレに刻まれた1 mmメッシュの交点を覆う植物片をレファレンスと比較し同定、項目ごとに記録した。一度にシャーレに広げたサンプルから約50点程度記録できたため、計400点になるまで反復した。同定精度を一定に保つため、項目は単子葉植物、双子葉植物、シダ植物、樹皮・樹枝、その他の5つの項目に分類した。平行脈が観察されたものは単子葉植物と同定し、網状脈のものはリファレンスと比較しながら双子葉植物かシダ植物に分類した。樹皮・樹枝は表面の色と凹凸を中心にリファレンスと比較して判断した。

統計解析

各項目の割合 (出現率) の採取月間での有意差は、全体にFisherの正確確率検定を用いて採取月内と採取月間の有意性を確認し、差があった場合にはさらにBenjamini & Hochberg法による補正をかけて *post hoc* 検定を行うことで採取月間の有意性を確認した (Benjamini and Hochberg 1995)。

結果

調査期間全体を通して単子葉植物の出現率が最も高く、87.5~97.3%を占めていた (表1)。樹皮・樹枝は多くの季節で単子葉植物の次に高い出現率だった。しかし単子葉植物と比べると非常に低く、最高でも10%未満だった。双子葉植物は多くの季節で全く含まれなかったが、10月に1.3%、11月に0.3%と秋期にはわずかに見られた。シダ植物はいずれも低い割合であり (6%未満)、含まれていたものはコケシノブ科だった。

季節間で有意な差がみられた項目はシダ植物と樹皮・樹枝であった (表1; いずれも $p < 0.01$)。採取月間での差の有無を検定したところ、樹皮・樹枝は10月と11月の出現率が他の採取日と比べ

表1.糞分析によりカウントされた食物片の割合 (%)。シダ植物と樹皮・樹枝の数値の右肩にある異なるアルファベットは、 $p < 0.05$ で有意差 (Fisherの正確確率検定) があることを示す

採取日	食物片の割合 (%)				
	単子葉植物	双子葉植物	シダ植物	樹皮・樹枝	その他
2015年 9月11日	87.5	0.0	5.8 ^a	6.3 ^a	0.5
2015年10月20日	88.0	1.3	4.0 ^a	2.0 ^b	4.8
2015年11月6日	97.3	0.3	0.0 ^b	1.5 ^b	1.0
2016年5月22日	91.8	0.0	0.3 ^b	7.5 ^a	0.5
2016年7月10日	89.8	0.0	0.0 ^b	8.8 ^a	1.5
2016年8月6日	89.3	0.0	0.8 ^b	9.5 ^a	0.5
2016年8月22日	93.0	0.0	1.3 ^b	5.3 ^a	0.5
2016年10月10日	95.3	0.0	3.3 ^a	1.3 ^b	0.3
2016年11月12日	92.0	0.0	3.5 ^a	2.8 ^b	1.8

有意に低かった。シダ植物も同様に採取月間での差の有無を検定すると9、10、11月に採取した分に含まれる割合が他の採取日と比べ有意に高かった。

考察

弥山のニホンジカの糞では、常に単子葉植物が最も出現率が高かった。麻生・瀧華 (2010) によると、弥山から八経ヶ岳でみられる草本群落は、イトスゲ、ミヤマヌカボ、ヤマカモジグサなどのグラミノイド類や、コバノイシカグマ、ヒカゲノカズラなどのシダ植物がそれぞれ単独で優占し、シラビソ群落ではミヤマワラビやオオバショリマ (*Thelypteris quelpaertensis*) などのシダ植物のほか、イトスゲ、クロボシソウ (*Luzula plumosa*)、ヒメノガリヤス (*Calamagrostis hakonensis*)、ミヤマヌカボなどの単子葉植物が下層植生を形成している。そのため、量的にも多い単子葉植物が主要な餌資源であり、糞内容物からも多くみられたものと理解できる。

また、双子葉植物は秋期にわずかにみられたのみで多くの季節では全く含まなかったが、そもそも弥山の防鹿柵外では、単子葉草本に比べて双子葉草本の現存量が非常に少ないためにこのような結果になったと考えられる。夏期にみられた単子葉植物の植物片が緑色であったのに対して、秋期にみられた単子葉植物や双子葉植物の植物片が茶色であったことから、双子葉植物の植物片は生葉ではなく落葉由来のものと思われる。

シダ植物は、2015年11月6日と2016年7月10日のサンプル以外に含まれていた。みられたシダ植物はコケシノブ科で、いずれも少量 (6%未満) であったが、9月と10月は他の月よりも有意に高い割合でみられた。林床植物の大部分を占めるグラミノイド類が枯草になりはじめる時期であるため、比較的残っているシダ植物の採食割合が高くなったのかもしれない。

樹皮・樹枝はすべての採取日で含まれたが、常に10%未満だった。月によって出現率に大きな差があり、最も低かったのは1.3% (2016年10月10日) で、最も高かったのは8.8% (2016年7月10日) だった。樹皮・樹枝はニホンジカの採食品目の中では低い割合でしか含まれていない。しかし、2008年にはシラビソ成木の46.9%がニホンジカによる樹幹剥皮や枝葉採食などのダメージを受けており、ニホンジカによる樹皮・樹枝への採食はシラビソ林へ対して大きな影響を与えている (辻野ほか 2013)。大台ヶ原では、剥皮強度はニホンジカの嗜好性よりもニホンジカの生息密度に依存していると考えられている (釜田ほか 2008)。また、一般に剥皮による樹皮の欠損は再生しにくく、枝葉採食害よりも深刻な問題となる (Akashi and Nakashizuka 1999)。弥山でも、ニホンジカの各個体にとっては樹皮が副次的な餌資源であっても、生息密度が高いことと再生しづらいことから、ニホンジカの剥皮によってシラビソ林へ与えられる影響は大きなものになっていると考えられる。

樹皮・樹枝の出現率は季節間で有意に差がみられ、2015年9月11日、2015年10月20日、2016年10月10日には有意に低かった。ところで、高槻 (2006) では、ニホンジカの食性は北海道から北関東の冷温帯ではイネ科などのグラミノイドが中心であり (東日本タイプ)、関東南部以西では常緑樹の葉や果実類が中心である (西日本タイプ) としている。弥山は西日本に位置するが、高標高地域であるため気候は亜高山帯であり、糞中に含まれる単子葉植物の割合が非常に高かったことから東日本タイプに近い食性であると考えられる。また、剥皮の発生は、多くの研究例では餌資源の少なくなる冬期に多くなると報告されている (Welch et al. 1987; Ueda et al. 2002など)。しかし、餌資源がそれほど少なくなる時期に剥皮量が最大となる地域もあり (Faber 1996; Ando et al. 2004)、これらの地域での剥皮は、樹皮に含まれる微量元素や粗繊維の摂取や、樹皮に消化を助ける働きがあることによりおこるのではないかと考えられている (McIntyre 1972; 安藤・柴田 2006)。弥山では、春期～夏期に樹皮・樹枝の割合が高く、秋期には低くなるという結果になった。春期から夏期は草本植物の現存量も多い時期であり、餌資源の不足が樹皮・樹枝の採食

の原因とは考えにくい。この傾向は地理的に近く気候も似ている大台ヶ原での結果とよく似ている (Yokoyama et al. 1996)。大台ヶ原ではミヤコザサ (*Sasa nipponica*) がニホンジカの主要な餌資源であり、夏期に高栄養なミヤコザサのみを採食することで第一胃内のpHが酸性に偏り消化不良となる状態 (アシドーシス) を防ぐために剥皮を行っていると考えられている (Ando et al. 2004)。弥山山頂周辺にもミヤコザサは存在するものの柵外では少なく、大台ヶ原のミヤコザサのような主要な餌資源にはなりえない。しかし、採食品目の多くを単子葉植物が占めており、大台ヶ原と採食品目は異なるが、弥山でも、夏期に高栄養なグラミノイドを多く採食してアシドーシスが起ることを防ぐために剥皮を行っている可能性が考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、奈良教育大学の松井 淳 教授には現地調査から論文執筆まで貴重なご意見をいただいた。鳥居 春己 特任教授には実験操作など多くのことを教えていただいた。研究室の後輩である岡崎 重史 氏、乾 志郎 氏には現地調査において多大なる助力をいただいた。天河辨財天社、環境省近畿地方環境事務所、奈良県くらし創造部 景観・環境局 景観・自然環境課には、私有地や県有地、特別保護地域内での調査の許可をいただいた。天川村森林政策課の冨瀬 充 氏、弥山小屋前管理人の西岡 満 氏、現管理人の坂口 孝文 氏には、調査を行う上でさまざまなご協力をいただいた。奈良教育大学の皆様には研究室・学科問わず多くの方々から助言や調査へのご協力をいただいた。ここに記し厚く御礼申し上げる。

引用文献

- Akashi N, Nakashizuka T (1999) Effects of bark-stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. *Forest Ecology and Management*, 113: 75-82.
- Ando M, Yokota H, Shibata E (2004) Why do sika deer, *Cervus nippon*, debark trees in summer on Mt. Ohdaigahara, central Japan? *Mammal Study*, 29: 73-83.
- 安藤 正規, 柴田 叡弼 (2006) なぜシカは樹木を剥皮するのか? *日本森林学会誌*, 88: 131-136.
- 麻生 泉, 瀧華 佐和子 (2010) ニホンジカによって被害を受けた本州南限のシラビソ林の種組成と分布. *奈良植物研究*, 33: 7-28.
- Benjamini Y, Hochberg Y (1995) Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 57: 298-300.
- Côté SD, Rooney TP, Tremblay TP, Dussault C, Waller DM (2004) Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 113-147.
- Faber WE (1996) Bark stripping by moose on young *Pinus sylvestris* in south-central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11: 300-306.
- Gill RMA (1992) A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. Impact on trees and forests. *Forestry*, 65: 363-388.
- 岩本 泉治 (2006) 大台大峯の山麓から. 湯本 貴和・松田 裕之 (編), 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学, pp. 84-104. 文一総合出版, 東京
- Kaji K (1984) Population growth and its effect upon the forest used by sika deer on Nakanoshima Island in Lake Toya, Hokkaido. *Acta Zoologica Fennica*, 172: 203-205.
- 釜田 淳志, 安藤 正規, 柴田 叡弼 (2008) 樹種選択性, 選好性樹木の分布および土地利用頻度からみた大台ヶ原におけるニホンジカによる樹木剥皮の発生. *日本森林学会誌*, 90: 174-181.

- 小林 史郎 (2009) 弥山シラベ縞枯れ林の18年の動態. 奈良植物研究, 32: 11-17.
- 奈良県 (2008) 大切にしたい奈良県の野生動植物 - 奈良県版レッドデータブック - 植物・昆虫類編. 奈良県くらし創造部景観環境局自然環境課編, 奈良
- 奈良県教育委員会 (2005) 近畿地方の歴史の道 <5> 奈良2. 海路書院, 東京.
- 日本ユネスコ協会連盟 (2015) 世界遺産年報2016. 講談社, 東京.
- 柴田 叡弑 (1998) 大峯山系のシカ被害. 奈良植物研究会会報, 65: 16-18.
- Stewart DRM (1967) Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology*, 4: 83-111.
- 菅沼 孝之, 名迫 その佳, 外山 治美, 麻生 泉 (2009) ニホンジカによって剥皮を受けた本州南限のシラビソ林の被害現況. 奈良植物研究, 32: 1-9.
- 高槻 成紀 (2006) シカの生態誌. 東京大学出版会, 東京.
- Takatsuki S (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: a review. *Biological Conservation*, 142: 1922-1929.
- Tsujino R, Matsui K, Yamamoto K, Koda R, Yumoto T, Takada K-I (2013) Degradation of *Abies veitchii* wave-regeneration on Mt. Misen in Ohmine Mountains: effects of sika deer population. *Journal of Plant Research*, 126: 625-634.
- 辻野 亮, 松井 淳, 山本 美智子, 山本 浩大, 幸田 良介, 湯本 貴和, 高田 研一 (2013) 大峯山系弥山におけるシラビソ縞枯れ林とニホンジカの影響の変化. 奈良植物研究, 34: 13-20.
- Ueda H, Takatsuki S, Takahashi Y (2002) Bark stripping of hinoki cypress by sika deer in relation to snow cover and food availability on Mt. Takahara, central Japan. *Ecological Research*, 17: 545-551.
- Welch D, Staines BW, Scott D, Catt DC (1987) Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in Western Scotland. I. Incidence. *Forestry*, 60: 249-262.
- Yokoyama S, Koizumi T, Shibata E (1996) Food habits of sika deer as assessed by fecal analysis in Mt. Ohdaigahara, central Japan. *Journal of Forest Research*, 1: 161-164.